

Оптимизация 3Д съемки в прибрежной зоне акваторий

Запорожец Б.В., Мамаев Д.А., Крутов А.Л., ООО «ССТ», г. Геленджик

Если проанализировать данные роста сейсморазведочных работ, проводимых на суше и акваториях за несколько последних лет, можно заметить, что объем работ как 2D, так и 3D на суше растет, а вот на акваториях эти объемы падают. Причем 3D сейсморазведка на акваториях в России имеет очень небольшие объемы [1].

С одной стороны, это связано с тем, что в России практически не существует оборудования для выполнения 3D съемки на акваториях, с другой стороны, эти водные участки мелководны и требуют для их разведки специальных технологий [2].

В то же время, руководители нескольких предприятий, выполняющих сервисные работы в России (ЛАРГЕО, московского представительства PGS, московского офиса TGS-Norges, представительства в России компании CGGVeritas), отмечают, что начиная с 2011 года морские работы на российском шельфе значительно увеличатся, и в том числе 3D исследования [3].

Часто стыковка данных сейсморазведки на акватории и прилегающей суше представляет проблемы.

При взаимной увязке материалов, полученных независимой съемкой в море и на суше, всегда существует вероятность ошибочной корреляции горизонтов. Причиной тому несколько различий в сухопутных данных и морских, таких как:

- различное сейсморегистрирующее оборудование;
- различные фазовые характеристики (ФЧХ) датчиков;
- графы обработки;
- методика получения статистических поправок;
- статическая погрешность топогеодезических привязок разных лет.

Рассмотрим, как действует каждое из перечисленных различий.

В работе сейсморегистрирующего оборудования и вспомогательных технических средств, таких как система синхронизации возбуждения, технологически предусмотрены задержки времени, которые, в зависимости от производителя и применяемой конфигурации, могут составить до 50 мс. Они для каждого типа оборудования различны.

Различия в ФЧХ между геофонами и гидрофонами, которые на предельно малых глубинах имеют взаимный сдвиг $\pi/2$ [4], могут вносить меньший, но в то же время ощутимый вклад в ошибки при стыковке данных.

Значительный вклад в эти ошибки может внести различие в графах обработки. К примеру, медианный фильтр во времени может сместить фазу сигнала в сторону запаздывания, как любой статистический метод обработки.

Метод получения и расчета статических поправок также может внести значительную погрешность в корреляцию данных сейсморазведки, полученных в разное время, в разных условиях. Например, статические поправки

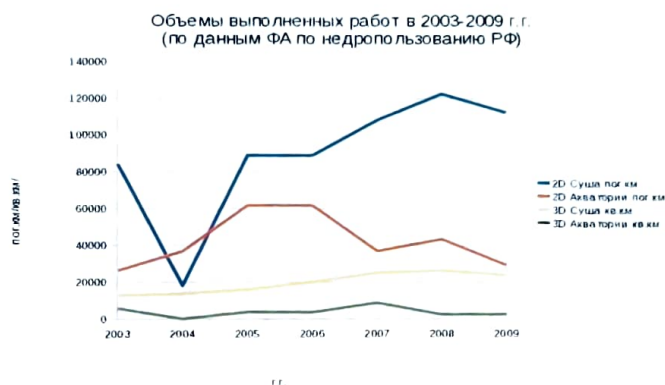


Рис.1

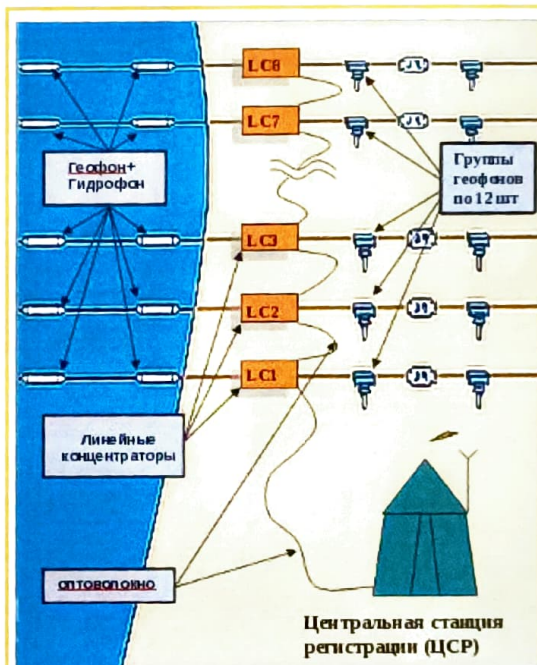


Рис.2

могут быть получены в результате работ по изучению ЗМС с коррекцией по вертикальному времени, а могут быть получены по увязке опорного горизонта с заведомо известным залеганием.

В идеальном представлении геодезическая привязка на суше и на акватории должна быть выполнена идентично, однако, в реальной практике погрешность топогеодезической привязки по высоте (особенно с использованием GPS) может внести существенное влияние.

Конечно, подобные проблемы чаще всего выявляются по характерным признакам, однако исправить эти данные не представляется возможным.

ООО Донгеофизика специализируется на работе в транзитных зонах и, соответственно, видит одной из главных своих задач создание оптимальной технологии при 3D съемке в этих районах.

Основной принцип оптимизации 3D съемки в прибрежной зоне акваторий, предлагаемый

СЕЙСМОРАЗВЕДКА НА МОРЕ И НА СУШЕ В ТРАНЗИТНЫХ ЗОНАХ

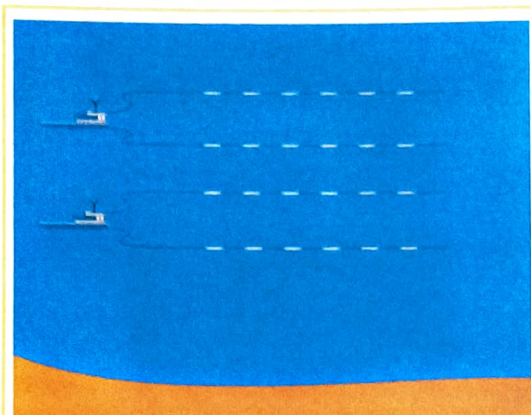


Рис.3

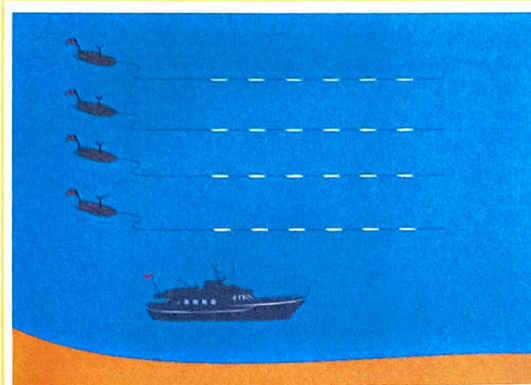


Рис.4

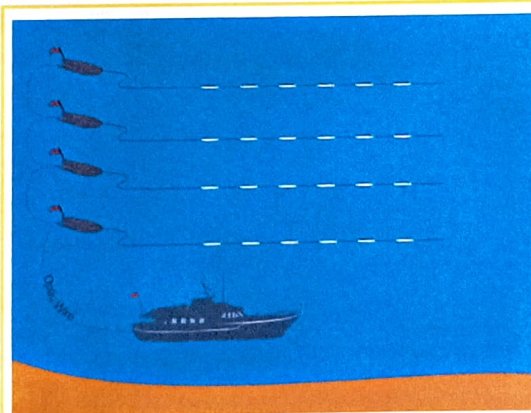


Рис.4

Донгеофизика — максимально полное, одновременное покрытие исследуемой территории приемными устройствами, сбор данных с максимальной площади.

Одной из особенностей применяемых технологических приёмов является покрытие всей площади пунктами приёма. Недостатком такого подхода можно считать большое количество требуемого оборудования. Однако такой запас позволяет производить отстрел по удалениям (offset shooting), что даёт практически идеальную азимутальную диаграмму. Кроме того, запас оборудования позволяет набрать необходимые удаления, например, для проведения миграции, не вступая в компромисс с азимутальностью.

Регистрация сейсмических данных со сплошной расстановкой пунктов приёма по всей площади позволит более свободно определяться с выбором мест излучения при соблюдении основных заданных атрибутов съёмки. Кроме того, количество пунктов возбуждения сократится на 20-25% по сравнению с конвейерной перестановкой каналов, что существенно, так как основная сложность съёмки — в трудности возбуждения кондиционных упругих волн.

Способы раскладки.

Рассматривая способы раскладки, на первый взгляд удобно расположить линии приёма вдоль береговой линии. Преимущество такого подхода — отсутствие стыковки морского и сухопутного оборудования на линии приёма, как следствие — для морских и сухопутных линий может быть использовано различное оборудование, вплоть до использования оборудования разных производителей. Недостаток — на каждой линии возбуждения отработка нескольких ПВ в зоне предельного мелководья (у берегового среза) довольно затруднена. Также, очень редко береговая линия представляет собой прямую, параллельную линиям приёма — как правило, существуют песчаные отмели, заливы, устья рек. Эти препятствия могут значительно увеличить количество стыков оборудования, если вообще будет возможно разложить таким образом линию как со стороны суши, так и со стороны воды. Кроме того, отсутствие годографа проходящего вкост берега может создать значительные трудности на этапе коррекции статических поправок, что приведёт к ухудшению корреляции.

Этих недостатков можно избежать, расположив линии приёма вкост простираения береговой линии. Проблема, возникающая в этом случае, — полноценность отработки линии возбуждения, проходящей максимально близко к берегу: со стороны моря существует ограничение глубины, при которой возможно перемещение судов и работа пневматического источника, а со стороны берега — охранный зона, где запрещено применение взрывчатых материалов.

Размещение сейсмостанции и персонала.

Одним из технологических вопросов отработки проекта в транзитной зоне является размещение сейсмостанции и персонала. С одной стороны, удобно все разместить на судне обеспечения, чтобы персонал всегда находился на площади работ и был избавлен от постоянных поездок на базу, с другой стороны, находясь на суше легче контролировать наземную раскладку и наладку.

Особенности стыковки оборудования XZone при переходе суша-море.

Некоторые авторы [5] отмечают, что при проведении сейсморазведки 2D и 3D наличие рек, ериков, лиманов в пределах дельтовой и пойменной зон не позволяет создавать сплошную расстановку и создает значительные препятствия для установки источников возбуждения и приемных групп. В России разработано уникальное семейство телеметрических сейсморазведочных систем XZone, конструкция которых позволяет комбинировать разнородные приемные устройства, подсоединенные к одной регистрирующей станции [6]. Применение такого оборудования позволяет покрывать приемными группами значительные площади независимо от характера исследуемого района и регистрировать информацию на один носитель. Программное обеспечение легко фикси-

рует тип приемника для дальнейшего использования этой информации при обработке.

Определение координат приемных систем

Ранее в статьях Донгеофизика и СИ Технологии подробно описывались технологии определения координат модулей при раскладке донных систем XZone Marsh Line. Использование системы определения схода модулей в комплексе с эхолотом и спутниковой навигационной системой судна позволяет с приемлемой точностью определять местоположение донного кабеля до глубин 10 м [7].

Оптимизация работы источников возбуждения

При работе над проектом с выходом на сушу площадь можно условно разделить на три зоны:

- 1) вода с глубинами более 0,5 м;
- 2) вода с глубинами менее 0,5 м;
- 3) суша.

Возбуждение на суше - наиболее трудоёмкая операция, а поэтому она имеет наибольший приоритет. Когда начинается возбуждение на суше, то останавливается возбуждение на воде. Однако вряд ли стоит рассматривать её подробно — ничего специфического тут сказать нельзя. На воде же возможно оптимизировать возбуждение следующим образом: вести возбуждение двумя судами. При двухсудовом возбуждении нужно попытаться добиться прохождения судном пикета возбуждения, когда регистрация предыдущего возбуждения уже закончилась. Добиться этого можно с помощью авторулевого. Если же этого добиться в данных условиях не удаётся, то остаётся возможность стрелять по времени. То есть суда стреляют через строго определённый промежуток времени, стараясь сохранять среднюю скорость движения. При таком подходе сохраняется плотность наблюдений, но необходимо следить, чтобы не было снижения проектной кратности.

Если же возникают технологические перемены (переход, заполнение ресивера), то они используются для отработки зоны менее 0,5 метров с помощью лёгкой амфибийной техники накоплением излучений в заданных пунктах возбуждения одиночной камерой.

Организация системы сбора

Предлагается несколько вариантов организации системы сбора данных.

- Сбор данных от одной расстановки может производиться на несколько Централных Станций Регистрации (ЦСР). Впоследствии данные собираются в один массив.

Сбор данных от расстановки выполняется на одну ЦСР с использованием линейных концентраторов, соединённых в сеть оптоволоконными линиями, длина которых может составлять до 30 км. Каждый линейный концентратор проводит сбор данных телеметрии, обеспечивает питание приёмные линии и передаёт данные на ЦСР.

Сбор данных от одной раскладки может быть выполнен на ЦСР, используя линейные концентраторы, размещённые на заякоренных буях, соединённых в одну сеть по радиоканалу или оптоволоконному кабелю (который может иметь длину до 30 км). При этом ЦСР может быть расположена на судне или на берегу.

Преимущество системы питания телеметрических систем XZone без аккумуляторов при раскладке и перекладке приемных линий в прибрежной зоне

Большинство телеметрических систем, используемых для мелководья, были разрабо-

таны на базе сухопутного оборудования. Подход к питанию этих телеметрических систем был также унаследован от сухопутной архитектуры. Как следствие — требование наличия значительного количества аккумуляторов на всей площади текущей расстановки, которые требуют обслуживания, а также могут потребовать замены в самый разгар отстрела. Кроме того, эти аккумуляторы требуют место под хранение. Масса забортного оборудования возрастает на 30-70% и не всегда операции по смотке/размотке возможно автоматизировать. Частая коммутация источников питания (при смотке/размотке и замене батарей) приводит к ухудшению проводимости на питающих контактах разъёмов, а следовательно — к снижению надёжности системы.

Систему питания донная коса XZone Marsh Line унаследовала от морских телеметрических систем, а значит, она избавлена от громоздких и тяжелых аккумуляторных батарей. Однажды собранная коса наматывается барабан и не расстыковывается до конца сезона. Таким образом, можно автоматизировать работу с косой, отсутствие стыковочных процедур повышает надёжность, а забортное оборудование состоит только из модулей и кабеля.

Рассмотренные основные принципы оптимизации технологии 3Д съемки в прибрежных акваториях, с возможностью легкой стыковки оборудования и данных на границах вода-суша, позволили ООО Донгеофизика предложить вариант ее Заказчикам для сейсморазведочной съемки на участке с прибойными явлениями, обширным мелководьем и большой изрезанностью береговой линии. Было предложено комбинирование оборудования семейства XZone®: жесткой донной телеметрической системы Marsh Line и наземной телеметрической кабельной системы Fly Lander, имеющих унифицированную конструкцию.

Литература

1. Липилин А.В., Проблемы нормативно-технического обеспечения геофизических работ. Приборы и системы разведочной геофизики, 2009, №3, 5-6
2. Жгенти С.А., Актуальность и перспективы освоения акваторий и транзитных зон. Приборы и системы разведочной геофизики, 2009, №3, 7-8
3. Яковлев А. Отрасли не хватает инвестиций. Oil & Gas Eurasia, 2011, №1
4. И.И. Гурвич, Г.Н. Боганик, Сейсмическая разведка, Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. М.: Недра, 1980, 551 с.
5. Пыхалов В.В., Бродский А.Я., Кулаков В.И., Особенности проведения полевых сейсмических исследований 2Д и 3Д МОГТ с целью решения задачи прогноза фильтрационно-емкостных свойств визейско-башкирских карбонатных резервуаров Астраханского свода. Приборы и системы разведочной геофизики, 2009, №2, 55-58
6. Запорожец Б.В., Крутов А.Л. «Донгеофизика» — спецтехнологии, спецоборудование, спецтранспорт. Природные ресурсы Красноярского края, 2011, №9, 73-76
7. Жгенти С.А., Запорожец Б.В., Опыт применения системы XZone® Marsh Line при 2Д и 3Д сейсмических исследованиях на предельном мелководье транзитных зон. Приборы и системы разведочной геофизики, 2008, №3, 32-35

СЕЙСМОРАЗВЕДКА НА МОРЕ И НА СУШЕ В ТРАНЗИТНЫХ ЗОНАХ